

**EUROPEAN PATENT OFFICE****Patent Abstracts of Japan**

PUBLICATION NUMBER : 02145217  
 PUBLICATION DATE : 04-06-90

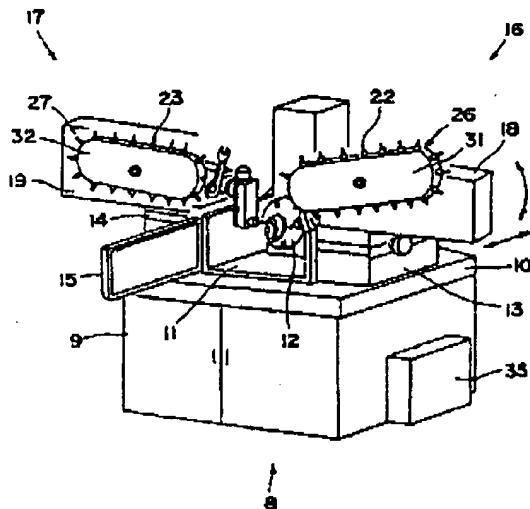
APPLICATION DATE : 24-11-88  
 APPLICATION NUMBER : 63294645

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : HATANAKA MITSUHARU;

INT.CL. : B23H 9/10

TITLE : ELECTRICITY DISCHARGE MACHINE  
 FOR TURBINE ROTOR



**ABSTRACT :** PURPOSE: To arrange so that two kinds of machining may be conducted against a turbine rotor simultaneously at one step, by providing at one electricity discharge machine two independent machining heads, the 1st head and 2nd head, and controlling the dividing rotation of a rotary table with inclination and the movements of the 1st machining head and the 2nd machining head, by means of an NC device.

CONSTITUTION: The respective movements of the 1st and 2nd machining heads independently provided at one electricity discharge machine 8, and the dividing rotation of a rotary table with inclination 12, are controlled by means of an NC device 35. As a result, two kinds of machining can be conducted against a turbine rotor simultaneously at one step. Also, the exhaustion of machining electrodes 22, 23 during electricity discharge machining is inspected by means of this NC device 35, and these exhausted machining electrodes 22, 23 are exchanged with new ones by means of electrode exchangers 26, 27 at an appropriate exchange time. As a result, the machining cycle time of the turbine rotor can be shortened, and at the same time, a high precision electricity discharge machining can be done by using electrodes 22, 23 which are free of exhaustion at all times.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP)      ⑪ 特許出願公開  
**⑫ 公開特許公報 (A) 平2-145217**

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>  
B 23 H 9/10

識別記号      廷内整理番号  
7908-3C

⑭ 公開 平成2年(1990)6月4日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ターピンロータの放電加工装置

⑯ 特願 昭63-294645  
⑰ 出願 昭63(1988)11月24日

⑱ 発明者 畠中光晴 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内

⑲ 出願人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑳ 代理人 弁理士 光石英俊 外1名

### 明細書

#### 1. 発明の名称

ターピンロータの放電加工装置

#### 2. 特許請求の範囲

ベットに設けられる加工液槽と、該加工液槽内に設けられターピンロータを保持して該ターピンロータの割り出し回転を行う横斜付回転テーブルと、該横斜付回転テーブルを挟んで夫々ベッドに設けられ前記横斜付回転テーブルに対し位置決め移動自在に支持される第一加工ヘッド及び第二加工ヘッドと、該第一加工ヘッド及び該第二加工ヘッドの前記横斜付回転テーブル側端部に夫々設けられ前記ターピンロータのグレードの加工を行う加工用電極が把持される電極ハンドと、前記第一加工ヘッド及び前記第二加工ヘッドに夫々設けられ複数の前記加工用電極が収納されるラックを備えると共に該ラックと前記電極ハンドの間で前記加工用電極の交換を行う交換手段を備えた電極交換装置と、前記

横斜付回転テーブルの回転動及び前記第一加工ヘッドと前記第二加工ヘッドの位置決め移動及び前記電極交換装置による前記加工用電極の交換操作を行うためのNC装置とからなることを特徴とするターピンロータの放電加工装置。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### <産業上の利用分野>

本発明は、ターピンロータの加工に使用される放電加工装置に関するものである。

##### <従来の技術>

ターピンは液体の流れから機械的な回転動力を発生する機械のことである。回転動力は多数のブレード(回転羽根)がディスク外周上に設けられたターピンロータを介して発生する。

第3図は、小型エンジン等に使用されるターピンロータの斜視図を示す。ターピンロータ1は軸状のロータ4とこのロータ4の端部に形成されたディスク2とで構成され、ディスク3の外周には多数のブレード3が一体に

形成されている。

第4図は、ブレード3の従来の放電加工による仕上げ状況図を示す。ターピンロータ1はブレード3の枚数が少ない場合、精密鋳造によりプロファイル(翼形)形成の荒加工が行われる。ディスク2の外周上にブレード3が精密鋳造により形成された後、ブレード3は放電加工によりプロファイルの仕上げが行われる。放電加工によるブレード3の仕上げ加工は、丸電極5をV方向に回転(自転)させながらブレード3の外周をW方向に二次元移動(公転)させてプロファイル形成を行う。

ターピンロータ1はブレード3の枚数が多い場合、ブレード3の精密鋳造が技術的に不可能である。精密鋳造が不可能な場合通常は全削り出しを行うが、ブレード3及びディスク2を形成する素材が難削材のためフライス加工も不可能であり放電加工によるプロファイル形成は依存せざるを得ない。第5図は、ブレード3の放電加工による荒加工状況図、

ル形状が安定せずブレードの厚みに不揃いが発生する。ブレードの厚みが不揃いになるとターピンロータ回転時のバランス精度と高効率確保に悪影響を及ぼす。ブレードの不揃いを解消するためには丸電極を鋼板に交換する必要があるが、丸電極を鋼板に交換した場合作業能率低下による加工サイクルタイムが長くなり、高効率ターピンの早期開発を行う上で大きな障害となっていた。

本発明は、上記欠点を解消するためになされたもので、ターピンロータのプロファイル加工の荒加工及び仕上げ加工が高精度にしかも短時間に行えるターピンロータの放電加工装置を提供し、ターピンロータの高品質確保と加工サイクルタイムの短縮を図ることを目的とする。

#### <課題を解決するための手段>

ベットに設けられる加工被摺と、該加工被摺内に設けられターピンロータを保持して該ターピンロータの削り出し回転を行う横斜付

## 特開平2-145217 (2)

第6図は、ブレード3の仕上げ加工状況図を示す。第5図中の矢印・方向はディスクの円周から円周内に向う方向を示す。

放電加工によるブレード3の荒加工は超型の荒加工電極22により行われる。荒加工電極22をディスク2の外周から▲方向に移動させることにより、荒加工代7が取除かれブレード3の根端のプロファイル形成が行われる。荒加工が行われたブレード3は中仕上げと最終仕上げが行われる。中仕上げと最終仕上げは前述のブレード3の枚数が少ない場合に行う仕上げ加工と同様で、丸電極6をV方向に回転(自転)させながらブレード3の外周をW方向に二次元移動(公転)させて仕上げ代38を取除きプロファイル形成が完了する。

#### <発明が解決しようとする課題>

しかしながら、丸電極によってプロファイル形状の仕上げ加工を行った場合、放電加工中に丸電極が消耗して細くなるとプロファイル

回転テーブルと、該斜斜付回転テーブルを挟んで夫々ベッドに設けられ前記横斜付回転テーブルに對し位置決め移動自在に支持される第一加工ヘッド及び第二加工ヘッドと、該第一加工ヘッド及び該第二加工ヘッドの前記横斜付回転テーブル側端部に夫々設けられ前記ターピンロータのブレードの加工を行う加工用電極が把持される電極ハンドと、前記第一加工ヘッド及び前記第二加工ヘッドに夫々設けられ複数の前記加工用電極が収納されるラックを備えると共に該ラックと前記電極ハンドの間で前記加工用電極の交換を行う交換手段を備えた電極交換装置と、前記横斜付回転テーブルの回転動及び前記第一加工ヘッドと前記第二加工ヘッドの位置決め移動及び前記電極交換装置による前記加工用電極の交換制御を行うためのNC装置とかなることを特徴とする。

#### <作用>

横斜付回転テーブルに取付けられたターピ

シロータに対し、第一加工ヘッドが移動して電極ハンドで把持された加工用電極での加工が行われる。第一加工ヘッドでの加工が終了すると、傾斜付回転テーブルは割り出し回転レターピンシロータの次加工部が第一加工ヘッドの位置に達し第一加工ヘッドにより次加工が行われる。第一加工ヘッドによる最初の加工終了部が第二加工ヘッドの位置巡回転されると、第一加工ヘッドと第二加工ヘッドは同時に加工を行う。同時に加工は第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドに戻る進行われる。第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドに戻ると第一加工ヘッドでの加工が終了し第一加工ヘッドは停止する。第二加工ヘッドによる單数加工と傾斜付回転テーブルによる割り出し回転は、第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドを経て第二加工ヘッドに達する一つ前の加工部を加工して第二加工ヘッドでの単数加工が終了し第二加工ヘッドは停止す

れ、供給された加工液は加工液槽11より排出されるようになっている。加工液槽11内の中央部には被加工物であるターピンシロータ1が取付けられる傾斜付回転テーブル12が設けられており、傾斜付回転テーブル12はターピンシロータ1を回転させてブレード3の歯割り出し回転が行えるようになっている。加工テーブル10上には加工液槽11を挟み両側に第一支持台13と第二支持台14が設けられている。第一支持台13の上部と第二支持台14の上部には、第一加工ヘッド本体18と第二加工ヘッド本体19が取付けられている。第一加工ヘッド本体18と第二加工ヘッド本体19には、加工液槽11側の端部に第一ヘッド36と第二ヘッド37が設けられ、更に第一ヘッド36と第二ヘッド37には、先端に第一電極ハンド20と第二電極ハンド21が設けられている。第一電極ハンド20と第二電極ハンド21は、加工用電極である荒加工用電極22と加工用電極である仕上げ

電極23が着脱自在に把持できる。第一電極ハンド20と第二電極ハンド21は、荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23を把持して加工液槽11内に位置する。

#### ＜実施例＞

以下、本発明の一実施例を図面によって具体的に説明する。第1図は、本発明の一実施例である放電加工装置の斜視図、第2図は、本発明の一実施例である放電加工装置の部分拡大図を示す。尚、被加工物は第3図に示すターピンシロータで、第3図と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

ベクトル9の上に加工テーブル10が設けられている。加工テーブル10の中央には加工液槽11が設けられており、加工液槽11は上面が開口し前面には両開自在な扉15が設けられている。加工液槽11には加工液が加工液供給装置（図面では省略）により供給さ

れ、供給された加工液は加工液槽11より排出されるようになっている。加工液槽11内の中央部には被加工物であるターピンシロータ1が取付けられる傾斜付回転テーブル12が設けられており、傾斜付回転テーブル12はターピンシロータ1を回転させてブレード3の歯割り出し回転が行えるようになっている。加工テーブル10上には加工液槽11を挟み両側に第一支持台13と第二支持台14が設けられている。第一支持台13の上部と第二支持台14の上部には、第一加工ヘッド本体18と第二加工ヘッド本体19が取付けられている。第一加工ヘッド本体18と第二加工ヘッド本体19には、加工液槽11側の端部に第一ヘッド36と第二ヘッド37が設けられ、更に第一ヘッド36と第二ヘッド37には、先端に第一電極ハンド20と第二電極ハンド21が設けられている。第一電極ハンド20と第二電極ハンド21は、加工用電極である荒加工用電極22と仕上げ

加工用電極23が着脱自在に把持できる。第一電極ハンド20と第二電極ハンド21は、荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23を把持して加工液槽11内に位置する。

第一加工ヘッド本体18と第二加工ヘッド本体19には、電極交換装置である第一電極交換装置26と電極交換装置である第二電極交換装置27が設けられ、第一電極交換装置26と第二電極交換装置27には、第一電極ラック31と第二電極ラック32が設けられている。第一電極ラック31と第二電極ラック32には、外周に多数の荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23が着脱自在に備えられている。第一電極ハンド20と第一電極ラック31の間及び第二電極ハンド21と第二電極ラック32の間で荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23の交換を行う交換手段である電極交換アームが第一電極交換装置26と第二電極交換装置27に夫々設けられている。したがって、第一加工ヘッド本体18と、

第一ヘッド 36 と、第一電極ハンド 20 と、第一電極交換装置 26 により第一加工ヘッド 18 が構成され、第二加工ヘッド本体 19 と、第二ヘッド 37 と、第二電極ハンド 21 と、第二電極交換装置 27 により第二加工ヘッド 17 が構成される。

第一加工ヘッド 18 と第二加工ヘッド 17 が横斜付回転テーブル 12 に対して接近離反動の方向を Z 軸とし、Z 軸に直交する鉛直方向を Y 軸とし、Z 軸に直交する水平方向を X 軸とする。第一加工ヘッド本体 18 及び第二加工ヘッド本体 19 は、X, Y, Z 軸方向へ移動可能に第一支持台 13 と第二支持台 14 に取付けられ横斜付回転テーブル 12 に対し位置決め移動可能である。

第一ヘッド 36 と第二ヘッド 37 は、X 軸に平行に沿って並びる第一支持軸 24 と第二支持軸 25 を中心に回動自在に取付けられている。

横斜付回転テーブル 12 に取付けられたタ

ーピンロータ 1 に対し、荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 の傾斜角度、X 軸方向、Y 軸方向の位置調整後、完全自動でターピンロータ 1 の放電加工によるプロファイル形成が行われる。

第一加工ヘッドは X, Y, Z 軸方向に制御されながら移動し、横斜付回転テーブル 12 に取付けられているターピンロータ 1 のディスク 2 に荒加工用電極 22 を接触しながら放電加工を行う。荒加工用電極 22 は第一加工ヘッド本体 18 の移動により、荒加工用電極 22 がディスク 2 の円周から円周内に向う方向と、ディスク 2 の円周からディスク 2 より離反する方向とで制御される。荒加工用電極 22 はブレード 3 の荒加工が実施された後ディスク 2 から離反し、次の荒加工加工原点にて待機する。横斜付回転テーブル 12 はターピンロータ 1 を A 度 (860 度/ブレードの数) 割り出し回転させる。横斜付回転テーブルが A 度割り出し回転すると加工原点にて

第一部が第一加工ヘッド 18 の位置に達する。

第二加工ヘッド 17 は X, Y, Z 軸方向に制御されながら移動し荒加工が終了した第一個目のブレード 3 を仕上げ加工する。第二加工ヘッド 17 の先端に設けられている仕上げ加工用電極 23 は線型で、ブレード 3 間の間の仕上面と同一形状となっている。荒加工代が取除かれたディスク 2 に仕上げ加工用電極 23 をディスク 2 の円周から円周内に向う方向へ移動させ、仕上げ代を放電加工により取除く。仕上げ加工用電極 23 が第一個目のブレード 3 の仕上げ加工を行うと同時に、荒加工用電極 22 も第 N 個目のブレード 3 の荒加工を行う。第一個目のブレード 3 の仕上げ加工と第 N 個目のブレード 3 の荒加工が終了すると、荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 は、ディスク 2 より離反する方向に移動し加工原点にて待機する。荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 が待機するとターピ

ンロータ 1 は A 度割り出し回転して第一組目のブレード 3 は第一加工ヘッド 1 6 個へ進み、再び荒加工用電極 2 2 及び仕上げ加工用電極 2 3 により荒加工、仕上げ加工が同時加工される。荒加工用電極 2 2 及び仕上げ加工用電極 2 3 の同時加工は、仕上げ加工が施された第一組目のブレード 3 が荒加工用電極 2 2 の位置に達する回数（ブレード数—N）まで繰り返される。第一組目のブレード 3 が第一加工ヘッド 1 6 の位置に達すると荒加工用電極 2 2 は装置原点に退避してターピンロータ 1 に対する荒加工を終了する。

荒加工用電極 2 2 が荒加工を終了した後ターピンロータ 1 は、更に N 回の A 度割り出し回転とともに仕上げ加工用電極 2 3 の移動による仕上げ加工が行われる。仕上げ加工用電極 2 3 により N 回の仕上げ加工が終了すると、仕上げ加工用電極 2 3 はディスク 2 の内周からディスク 2 より離反する方向に移動し装置原点に退避する。仕上げ加工用電極 2 3 が装

いにならず精度の高いプロファイル形成が可能となる。

#### <発明の効果>

一台の放電加工装置に独立した二つの第一加工ヘッドと第二加工ヘッドが設けられ、傾斜付回転テーブルの割り出し回転と、第一加工ヘッドと第二加工ヘッドの移動が NC 装置により制御されているため、一段取りでターピンロータに対し同時に二種類の加工ができる。放電加工中の加工用電極は NC 装置により電極消耗が未然に検知され、適時な交換時に電極交換装置により交換されるため常に消耗の無い電極が使用され連続自動でターピンロータの放電加工が行える。

したがって、一段取りで連続自動によりターピンロータの放電加工ができるため、加工サイクルタイムの短縮化が図れるとともに、加工用電極は常に消耗の無い電極が使用され構成の高い放電加工が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

#### 特開平2-145217 (5)

置原点に退避して本実施例のターピンロータの放電加工装置 8 による放電加工が終了する。

放電加工中において荒加工用電極 2 2 及び仕上げ加工用電極 2 3 は NC 装置により電極の消耗が未然に検知される。消耗が検知された荒加工用電極 2 2 及び仕上げ加工用電極 2 3 は第一電極ラック 3 1 及び第二電極ラック 3 2 に備えられた交換用電極と順次交換される。

本実施例の放電加工装置 8 は、第一加工ヘッド 1 6 に荒加工用電極 2 2 が設けられ第二加工ヘッド 1 7 に仕上げ加工用電極 2 3 が設けられているためブレード 3 に対し荒加工と仕上げ加工が同時に加工可能であり、傾斜付回転テーブル 1 2 は A 度割り出し回転が可能でターピンロータ 1 を A 度割り出し回転させることにより連続自動でブレード 3 の放電加工が可能である。荒加工用電極 2 2 及び仕上げ加工用電極 2 3 は未然に消耗が検知されて自動交換されるため、常に消耗の無い電極により放電加工が行えブレード 3 の厚みが不揃

第 1 図は本発明の一実施例である放電加工装置の概要図、第 2 図は本発明の一実施例である放電加工装置の部分拡大図、第 3 図はターピンロータの斜視図、第 4 図はブレードの従来の放電加工による仕上げ状況図、第 5 図はブレードの放電加工による荒加工状況図、第 6 図はブレードの仕上げ加工状況図である。

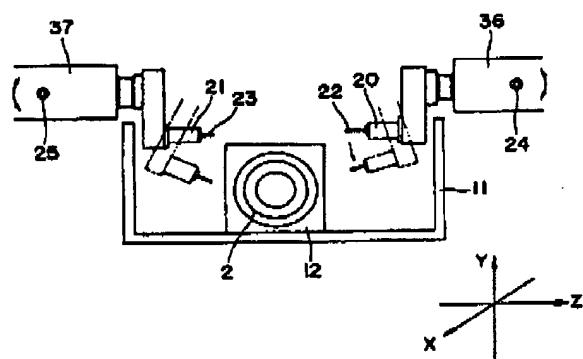
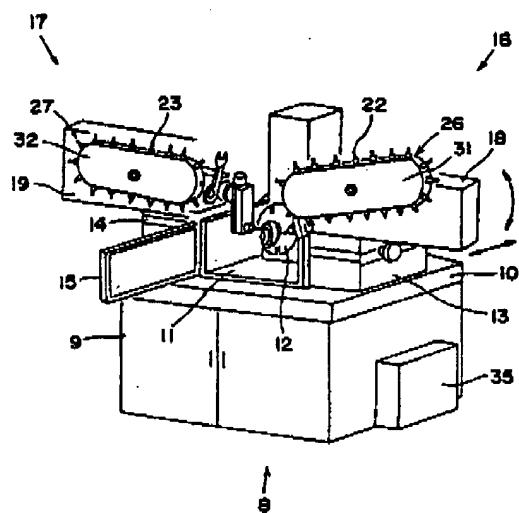
#### 又、図中の符号で

- 1 はターピンロータ、
- 8 は放電加工装置、
- 1 1 は加工床槽、
- 1 2 は傾斜付回転テーブル、
- 1 6 は第一加工ヘッド、
- 1 7 は第二加工ヘッド、
- 2 0 は第一電極ハンド、
- 2 1 は第二電極ハンド、
- 2 5 は第一電極交換装置、
- 2 7 は第二電極交換装置、
- 3 5 は NC 装置である。

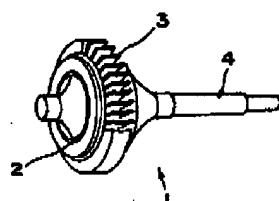
特開平2-145217 (6)

第二圖

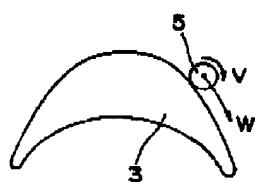
第一回



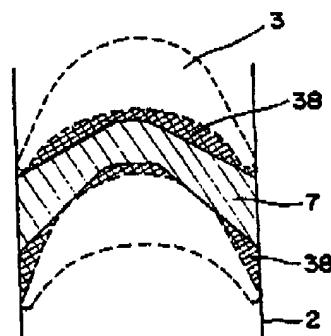
### 第3圖



第4回



第6回



### 第5圖

